

## CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO A BASE DE CAL E ADITIVADA

Frederico Hobold Filho (1); Fernando Pelisser (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense

(1)[fred\\_hobold@hotmail.com](mailto:fred_hobold@hotmail.com) (2)[fep@unesc.net](mailto:fep@unesc.net)

### RESUMO

O presente trabalho visa à caracterização de três tipos de argamassas para revestimento. Foram determinados traços de argamassa de revestimento convencionais. A primeira mistura de argamassa foi de cimento e areia lavada e cal hidráulica, no traço de 1:1:7,6 (cimento cal e areia, em volume), a segunda mistura foi produzida com cimento e areia lavada e aditivo incorporador de ar conforme orientação do fabricante, no traço de 1:6,3 (cimento e areia em volume) com adição de 0,55% de aditivo incorporador de ar em relação a massa de cimento utilizado. As propriedades físicas e mecânicas da argamassa foram analisadas através de ensaios determinando a resistência à compressão, módulo de elasticidade, resistência de aderência à tração, permeabilidade e densidade. Os resultados dos ensaios mostraram que as argamassas produzidas com aditivo incorporador de ar, no geral foram semelhantes as argamassas produzidas com cal hidratado como aglomerante, apresentando uma variação maior de valores apenas na massa específica, a favor da argamassa aditivada.

Palavras-Chave: Revestimento argamassado, incorporador de ar, cal hidratada.

### 1. INTRODUÇÃO

A argamassa é um dos produtos de maior utilização na construção, estando presente no revestimento e assentamento de alvenarias. Os sistemas de revestimentos de argamassa são integrantes das vedações e fundamentais para a durabilidade dos edifícios, desempenham as funções de absorver as deformações naturais a que as alvenarias estão sujeitas, de revestir e de proteger de maneira uniforme as alvenarias contra agentes agressivos externos, de dar acabamento estético ao corpo da edificação construída, para isso o mesmo deve apresentar boa qualidade, não apresentar fissuras e ter boa aderência ao substrato apresentando seu melhor desempenho. De acordo com Lucian Baa (2001), são diversos os fatores que influenciam no desempenho dos revestimentos de argamassa: as

características superficiais das bases ou substratos, as técnicas de execução e as condições climáticas do local onde esta localizado o edifício.

Buscando o melhor desempenho com menores custos, grandes empresas do ramo da Engenharia Civil investem em invenções tecnológicas e métodos, visando à praticidade e melhor acabamento em revestimentos argamassados, que não sendo executados conforme norma técnica acarretara em problemas patológicos.

Entre as principais manifestações patológicas relacionadas à argamassa de revestimento, está a fissuração e a falta de estanqueidade. Com relação a esta última, Baía (2000) cita que o revestimento argamassado, parte integrante das vedações de uma obra, deve apresentar um conjunto de propriedades que irão contribuir para a obtenção do adequado comportamento das vedações da obra.

Já sobre patologia em fachadas Carvalho (1999) cita que: no caso das fachadas, as patologias dos revestimentos comprometem a imagem da Engenharia e Arquitetura do país, sendo uma agressão às vistas da população, à integridade das edificações e ferindo o conceito de habitabilidade, direito básico dos proprietários das unidades imobiliárias. Além da desvalorização natural do imóvel devido aos aspectos visuais, a base dos revestimentos (alvenaria ou concreto), sem o adequado acabamento final, torna-se vulnerável às infiltrações de água e gases, o que consequentemente conduz a sérias deteriorações no interior dos edifícios, podendo ser as mesmas de ordem estética ou até mesmo estrutural.

Neste trabalho foi realizada a caracterização de três tipos de argamassas para revestimento, a primeira utilizando a tradicional cal hidratada na composição, a segunda utilizando aditivo químico (com incorporador de ar) e a terceira utilizando a cal hidratada e o aditivo. As propriedades das argamassas foram avaliadas através de sua resistência de aderência à tração, resistência à compressão, módulo de elasticidade e permeabilidade.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Para a elaboração do presente trabalho primeiramente foi realizado um estudo detalhado sobre argamassa de revestimento, analisando todas as suas propriedades físicas e mecânicas.

Foram determinados traços de argamassa de revestimento convencionais. A primeira mistura de argamassa foi de cimento e areia lavada e cal hidráulica, no traço de 1:1:7,6 (cimento cal e areia, em volume), a segunda mistura foi produzida com cimento e areia lavada e aditivo incorporador de ar conforme orientação do fabricante, no traço de 1:6,3 (cimento e areia em volume) com adição de 0,55% de aditivo incorporador de ar em relação a massa de cimento utilizado. A quantidade de água adicionada a cada mistura foi a suficiente para atingirem um índice de consistência medido pelo flow table (NBR 13276/2005) igual ou superior a 250 mm. O cimento utilizado em todas as misturas foi o CPIIZ – 32. Todas as misturas foram realizadas de acordo com a norma NBR 13276/2005. A Tabela 1 apresenta a porcentagem de aditivo inserido em cada traço realizado com seus respectivos índices de consistência. A quantidade de aditivo químico utilizado em cada mistura está de acordo com a embalagem dos produtos (Liquikal e cal hidratada) fornecida pelo fabricante.

Tabela 1: Traços em volumes para fabricação de argamassa

Mistura	Composição Ci <sup>1</sup> : CH <sup>2</sup> : IA <sup>3</sup> : AL <sup>4</sup> (%)	Traço Volume	Aditivo (%)	Relação A/C
Traço - I	7,5: 7,5: 0: 85	1: 0,8: 7,6	0	1,65
Traço – II	10: 0: 0: 55: 90	1: 6,3	0,55	1,30
Traço - III	7,5: 0: 0,37: 89	1: 0,4: 8,3	0,37	1,50

Ci<sup>1</sup> - Cimento

CH<sup>2</sup> - Cal

IA<sup>3</sup> - Incorporador de ar

AL<sup>4</sup> - Areia Lavada

Fonte: Frederico Hobold Filho.

A partir dos traços definidos, foram moldados para cada mistura 6 corpos de prova cilíndricos com 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura e 1 corpo de prova cilíndrico com 100 mm de diâmetro e 200 mm de altura, de acordo com a norma NBR 7215/1996. Os corpos de prova produzidos na dimensão de 50 mm de diâmetro por 100 mm de altura será utilizados na realização do ensaio de determinação de

resistência à compressão. Já a amostras de dimensão de 100 mm de diâmetro por 200 de altura foi cortado em fatias de 50 mm para o ensaio de permeabilidade, conforme a norma NBR 10786/1989.

As argamassas também foram aplicadas em tijolos (seis, para cada tipo de traço) com dimensões de 11,5 x 14 x 24 cm com espessura de 2,0 cm. As argamassas foram aplicadas sobre chapisco – utilizando traço 1:3 (em volume). A aplicação do revestimento argamassado sobre o chapisco foi realizada após 14 dias, sendo o mínimo exigido pela norma NBR 7200/1998 de três dias.

## 2.1 MATERIAIS

### 2.1.1 Aditivo Incorporador de Ar

Foi utilizado o aditivo incorporador de ar, com suas características apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Características do aditivo incorporador de ar.

Aspecto Físico	Cor	pH	Densidade	Composição Básica	Sólidos	Solubilidade
Líquido	Escuro	10,2 a 25°C	1,10 g/cm <sup>3</sup>	Resina natural de pinus elliotti e resina natural extraída da araucária angustifolia.	10% em peso	Totalmente solúvel em água

Fonte: Propriedades informadas pelo fabricante.

## 2.2 DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E MÓDULO DE ELASTICIDADE

O ensaio de resistência à compressão foi realizado de acordo com a norma 13279/2005, este ensaio consiste inicialmente na moldagem de 3 corpos de provas cilíndricos com 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura, sendo a cura dos mesmos realizada submersa em água. Os corpos de prova foram desmoldados 26 horas após a moldagem e rompidos na idade de 28 dias.

Para o ensaio de módulo de elasticidade (NBR 8522/2008) foram utilizados dois corpos de prova com  $5 \times 10$  cm (diâmetro versus altura).

## 2.3 DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO

O ensaio de resistência de aderência à tração foi realizado de acordo com a norma NBR 13528/1995.

Para a realização do ensaio foram realizadas perfurações no revestimento aplicado nos blocos cerâmicos, com serra copo diamantado com 50 mm de diâmetro. As faces dos revestimentos foram escovadas eliminando sujeiras, e partículas soltas. Foram fixadas pastilhas de alumínio com o mesmo diâmetro de corte, no local das perfurações, com a utilização de adesivo a base de resina epóxi, como pode ser visualizado na Figura 01.

Figura 1: Pastilhas fixadas no revestimento



Fonte: Frederico Hobold Filho

O ensaio de resistência de aderência à tração foi realizado 24 horas após a colagem. O equipamento utilizado para o arrancamento das pastilhas foi um dinamômetro digital com capacidade de carga de 5 kN e precisão de 0,2 N.



## 2.4 DETERMINAÇÃO DA PERMEABILIDADE

O ensaio de permeabilidade foi realizado baseando-se na NBR 10786/1989. Esta norma se prescreve o método para a determinação do coeficiente de permeabilidade do concreto endurecido.

A permeabilidade foi determinada através do fluxo de água que passa entre os poros da argamassa em uma determinada área. Para isso, foram utilizadas três amostras com dimensões de  $10 \times 5$  cm (diâmetro versus altura) obtidas de um corpo de prova com dimensões de  $10 \times 20$  cm (diâmetro versus altura). A amostra passou pelo processo de cura e foi impermeabilizada em sua lateral 36 dias após a sua moldagem, (Figura 02) e a permeabilidade foi medida 40 dias após a sua moldagem em um período de 2,5 horas, utilizando um cachimbo de vidro (padronizado) fixado na superfície da amostra utilizando silicone. Na Figura 02, podem ser visualizadas as amostras durante o ensaio.

Figura 2: Cachimbos de vidro fixados nas pastilhas de revestimento.



Fonte: Frederico Hobold Filho

O coeficiente de permeabilidade foi calculado utilizando a seguinte expressão

$$\frac{Q.L}{A.H} = K \quad \text{Equação (01)}$$

Onde:

K é o coeficiente de permeabilidade (cm/s);

Q é a vazão de entrada (cm<sup>3</sup>/s);

L é a altura do corpo de prova (cm)

A é a área da seção transversal do CP (cm<sup>2</sup>)

H é a altura da coluna de água correspondente a pressão utilizada (cm)

## 2.5 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE

O ensaio de densidade de massa foi executado conforme a norma NBR 13728/2005 onde para o cálculo da densidade de massa da argamassa no estado fresco foi usado a Equação 02.

$$\partial = \frac{mc - mv}{vr} \quad \text{Equação (02)}$$

Onde: mc é a massa do recipiente cilíndrico contendo a argamassa de ensaio, em gramas;

mv é a massa do recipiente cilíndrico vazio, em gramas;

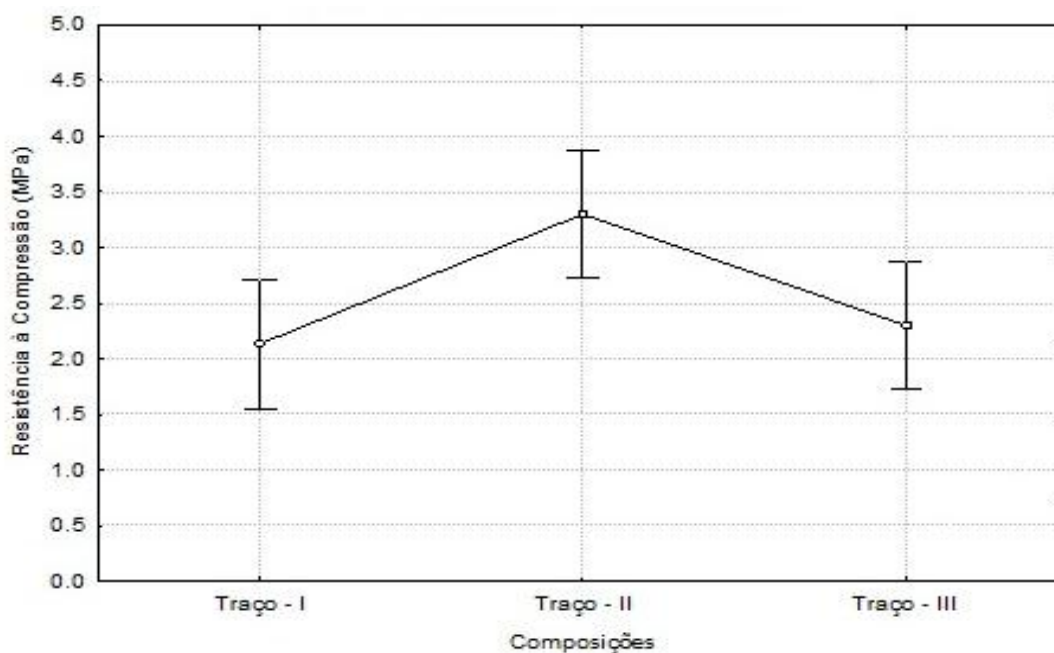
vr é o volume do recipiente cilíndrico, em centímetros cúbicos.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO E MODULO DE ELASTICIDADE

Observa-se no Figura 03 que a resistência à compressão das argamassas de revestimento tiveram reduzida variação, ficando entre 2 MPa e 4 MPa. De acordo com esta resistência elas podem ser classificadas como classe P3 (2,5 a 4,5 MPa – NBR 13281, 2005), sendo P2 de 1,5 a 3 MPa e P4 de 4 a 6,5 MPa. A primeira composição denominada Traço – I representa a argamassa produzida com adição de cal hidratada, e apresentando uma resistência média de 2,13 MPa (Classe P2), como pode ser observado no gráfico 01. A segunda composição, denominada Traço – II que utilizou aditivo, apresentou resistência à compressão média de 3,30 MPa (Classe P3). A terceira composição denominada Traço - III, mostrou resistência média de 2,30 MPa (Classe P2) (Figura 03), consta a argamassa preparada com a mistura de incorporador de ar e cal hidratada como aglomerante.

Figura 03 – Resistência à Compressão.



Fonte: Frederico Hobold Filho



Tabela 3 – Resistencia de Aderência a Tração.

Mistura	Tensão (Mpa)	Deformação (micro strein)	Ec (Gpa)
Traço – I	0,86	81,89	10,45
Traço – II	0,86	56,41	15,17
Traço – III	0,82	67,33	12,18

Fonte: Frederico Hobold Filho.

A argamassa produzida com cal hidratada (Traço I), apresentou resistência a compressão 35% menor que a aditivada (traço II). Já a argamassa produzida com aditivo e cal hidratada, apresentou resultado próximo a argamassa de Traço – I.

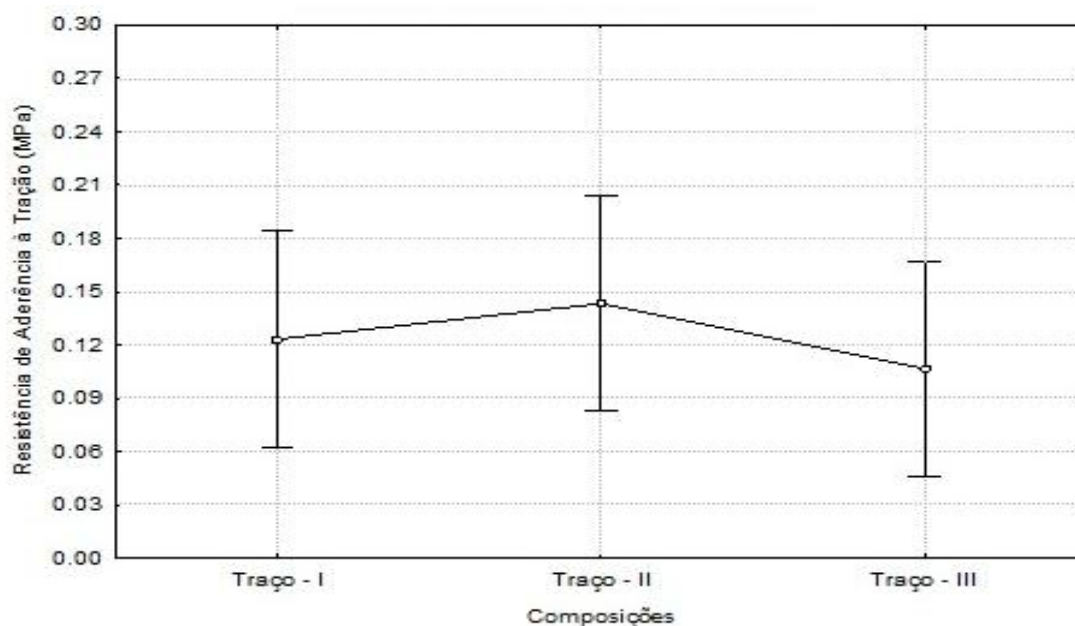
Nos resultados de módulo de elasticidade (Tabela 03), foi observada esta mesma tendência, onde a composição do traço I, apresenta menores valores e consequentemente maior capacidade de deformação, em relação a argamassa do traço II. A maior capacidade de deformação das argamassas de revestimento é imprescindível para maior resistência à propagação de fissuras, causadas por movimentações estruturais, térmicas e higroscópicas, do próprio sistema de vedação e diferenciais entre os subsistemas, como alvenaria-estrutura.

### 3.2 RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO

A resistência à aderência de tração, espessura mínima e fissuras são os critério técnico obrigatório de desempenho normalizado, para revestimentos argamassados, o qual é o fator de maior importância para a escolha do melhor traço para um projeto, junto com o controle de qualidade de aceitação do revestimento pós-aplicação.

Constatam-se na Figura 04 as resistências médias de aderência à tração dos traços de argamassas, aderida a blocos de cerâmica chapiscados, Na Tabela 04 constam os traços com suas respectivas medias, e seus desvios padrões separado por amostras.

Figura 04 - Resistencia de Aderência à Tração



Fonte: Frederico Hobold Filho

Tabela 4 – Resistencia de Aderência a Tração.

Mistura	Traço	Resistencia média (Mpa)	Resistência Média (%)	Desvio Padrão (Mpa)
Traço – I	1: 0,8: 7,6	> 0,12	86	± 0,0620
Traço – II	1: 6,3	> 0,14	100	± 0,0615
Traço – III	1: 0,4: 8,3	> 0,11	75	± 0,0620

Fonte: Frederico Hobold Filho.

Analisando os resultados, se tem uma clara visão de que as argamassas produzidas com incorporador de ar apresentou resultados superior à composição I. Este comportamento foi o mesmo observado nos resultados mecânicos de resistência à compressão e módulo de elasticidade.

Embora os resultados obtidos sejam inferiores ao mínimo de projeto de 0,20 MPa, o que pode ter sido provocado pelos materiais empregados, preparo das amostras, condições de cura e também pela grande variabilidade deste tipo de ensaio. Mas pode-se observar comparando as argamassas, que tanto as argamassas utilizando cal, como aditivos químicos incorporadores de ar,

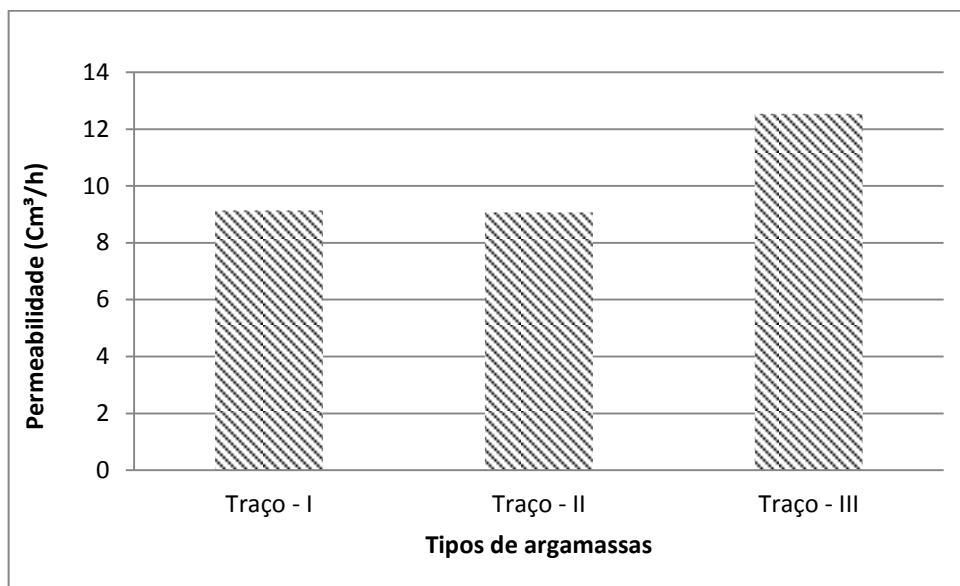
apresentam comportamento mecânico muito próximo, com pequenas especificidades entre os tipos e que sua qualidade final no revestimento está associada a maior suscetibilidade à falhas ou variabilidade durante o processo de fabricação e aplicação. Ou seja, argamassas aditivadas são uma boa opção para canteiro de obras com maior controle de qualidade e que as argamassas de cal são sujeitas a erros durante o processo de mistura e aplicação. Este comportamento diferenciado entre os dois tipos de argamassa são frequentemente relatados em pesquisas experimentais em laboratório e no canteiro de obras.

### 3.3 PERMEABILIDADE

Conforme dados apresentados no figura 05 às argamassas denominadas de traço – I produzida com cal hidratada como aglomerante, e comparada com a argamassa denominada como Traço – II, aditivada com incorporador de ar apresentou a mesma permeabilidade, sendo elas mais baixas que a argamassa denominada de traço – III, que obteve desempenho 137 % inferior, comparada com os outros dois traços de argamassas em questão.

Pode ser verificada a influencia do incorporador de ar no revestimento argamassado, que cria microbolhas de ar, homogeneamente distribuídas e isoladas e não conectadas, levando ao mesmo comportamento das argamassas produzidas com cal hidratado, como mostra a Tabela 05, onde nota-se traços com o mesmo coeficiente de permeabilidade.

Figura 05 - Permeabilidade das Argamassas.



Fonte: Frederico Hobold Filho.

Tabela 5: Coeficiente de Permeabilidade das Argamassas.

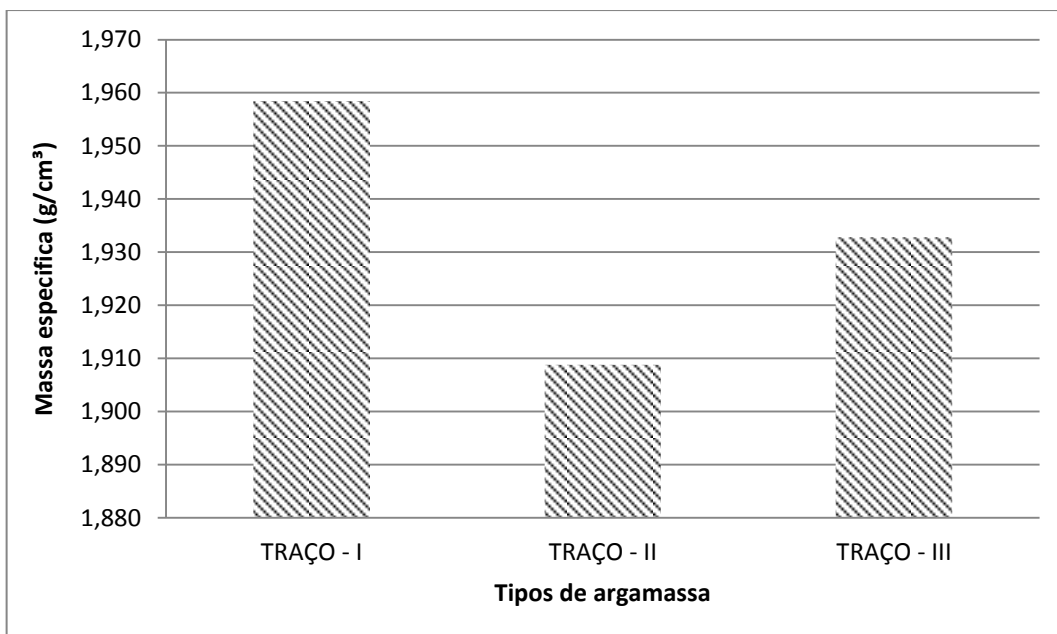
Mistura	Traço	Coeficiente de permeabilidade (Cm/s)
Traço – I	1: 0,8: 7,6	<b>1,38 x 10<sup>-4</sup></b>
Traço – II	1: 6,3	<b>1,37x 10<sup>-4</sup></b>
Traço – III	1: 0,4: 8,3	<b>1,90x 10<sup>-4</sup></b>

Fonte: Frederico Hobold Filho.

### 3.4 DENSIDADE DAS ARGAMASSAS

A densidade das argamassas após a cura pode ser observado no Figura 06, sendo que quanto maior a massa específica do traço, maior o consumo de material para o volume desejado de revestimento argamassado.

Figura 06 - Densidade das Argamassas.



Fonte: Frederico Hobold Filho.

Nota-se que pelo efeito do incorporador de ar, as argamassas de traço – II teve a menor massa específica, 2,5% inferior comparada à argamassa traço - I produzida com cal hidratada como aglomerante em sua composição, isso mostra uma economia relativa com o uso do aditivo incorporador de ar nos revestimentos argamassados, desprezando o mal uso, desperdício em obras.

#### 4. CONCLUSÕES

Através de uma análise comparativa dos danos obtidos nos ensaios, tem-se uma clara visão de que as argamassas produzidas com aditivo incorporador de ar são semelhantes às argamassas produzidas com cal hidratada como aglomerante. De uma maneira geral, todos os traços elaborados, e analisados tiveram desempenho superior ou próximo do mínimo aceitável para sua utilização, dando um destaque na argamassa produzida com aditivo incorporador de ar, onde no ensaio de massa ficou evidente os efeitos do aditivo, diminuído relativamente sua massa específica em relação aos outros traços analisados. Já no ensaio de resistência à compressão, a argamassa aditivada apresentou valores 65% maiores do que as argamassas com o uso de cal hidratada como aglomerante, sendo viável afirmar que foi devido a uma menor relação água / cimento para a sua fabricação. A argamassa no qual foi misturado cal hidratada e incorporador de ar foi a que obteve o menor desempenho dentre elas, provando que quantidades exageradas de aglomerantes, e o uso não controlado podem ser totalmente prejudiciais, acarretando no mínimo desempenho, e acarretando em futuras patologias.



## 5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200**: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005.

BAÍA, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento de argamassa**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000.

FIORITO, A. J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos – Estudo e procedimentos de execução**. São Paulo: Pini, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13278**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13528**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro, 1996.

CEOTTO, L. H. **Revestimentos de argamassas - Boas práticas em projeto, execução e avaliação**. Porto Alegre: ANTAC, 2005,